

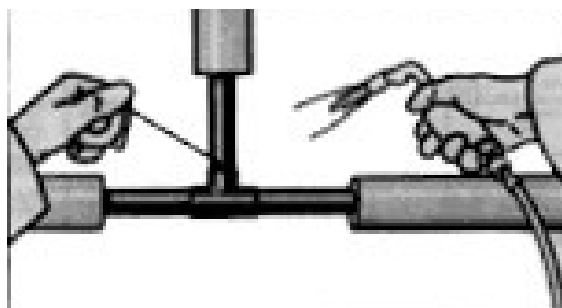
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Инженерный институт

**Основы технологии производства машин**

## **Пайка металлов**

**Методические указания по выполнению  
лабораторно-практической работы**



Новосибирск 2020

Кафедра надежности и ремонта машин

УДК 631.372, 621.43

ББК 39.33

Рецензент: канд. техн. наук, доцент *П. И. Федюнин*

Составитель: доцент *М.Л. Вертей*

**Основы технологии производства машин. Пайка металлов:**  
метод. указания по вып. лабор.-практ. работы / Новосиб. гос. аграр.  
ун-т. Инженер. ин-т; сост. М.Л. Вертей. – Новосибирск, 2020. – 10 с.

В методических указаниях представлены основные термины и определения.

Методические указания предназначены для студентов очной формы обучения по направлениям: Агроинженерия; Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов; Технология транспортных процессов.

Утверждены и рекомендованы к изданию учебно-методическим советом Инженерного института НГАУ протокол №6 от 31.01.2020 г.)

© Новосибирский государственный  
аграрный университет, 2020

© Инженерный институт, 2020

## **Лабораторно-практическая работа ПАЙКА МЕТАЛЛОВ**

**Цель работы:** ознакомиться с видами пайки, изучить технологию пайки, освоить технику выполнения пайки.

### **Материальное обеспечение лабораторно-практической работы**

#### ***Оборудование и инструмент:***

- Углошлифовальная машинка 125/800;
- Электролизная установка ЛИГА-02;
- Электрический фен с насадками;
- Газовая горелка;
- Электропаяльник;
- Рычаги с насадками;
- Металлическая щетка;
- Напильники;
- Зажимные устройства;
- Маркер;
- Линейка;
- Средства индивидуальной защиты;
- Кисть малярная.

#### ***Материалы:***

- Лепестковый шлифовальный круг Р400;
- Флюс для пайки (бура);
- Низкотемпературный припой, высокотемпературный припой;
- Пластины малоуглеродистой стали толщиной 2,0 мм;
- Прутки алюминиевые диаметром 3 мм;
- Ацетон.

#### ***Задание к лабораторно-практической работе:***

1. Изучить технологию работ пайки металлов.
2. Изучить технику безопасности при выполнении пайки металлов.
3. Ознакомиться с устройством и принципом работы электрического фена и электролизного аппарата.
4. Выполнить пайку стальных пластинок 2x10x100 мм высокотемпературным припоем внахлест.
5. Выполнить пайку алюминиевых прутков внахлест, припоем для пайки алюминиевых сплавов.
6. Сдать рабочее место учебному мастеру (преподавателю).
7. Составить отчет о работе и сдать преподавателю.

## Организация проведения лабораторно-практической работы\*

**40 минут – работа с подгруппой.** Вводная информация преподавателя: постановка задачи, ознакомление с общими вопросами по подготовке поверхности, инструменты и материалы, которыми она проводится. Ознакомление с технологией пайки металлов.

Правила техники безопасности при использовании инструмента для пайки металлов.

**10 минут.** Подготовка рабочего места. Подготовка пластин к пайке.

**90 минут.** Получение навыков пайки металлов.

**20 минут.** Ответить на контрольные вопросы. Оформить отчет и защитить у преподавателя.

### Основные термины и определения

**Пайкой** - называется технологический процесс соединения деталей в твердом состоянии посредством расплавленного присадочного материала — **припоя**.

**Флюс** - вещество для растворения и удаления окислов и загрязнений с поверхности металла, защиты его от окисления, улучшения смачиваемости и растекания припоя.

### Общие сведения

Пайка металлов условно подразделяется на *высокотемпературную* и *низкотемпературную* пайку (ГОСТ 117325-71). Высокотемпературной считается пайка с температурой плавления припоев свыше 550 °С (ниже 550 °С — низкотемпературная пайка). В качестве припоев используются составы, в которые входят: низкотемпературные припои — олово, свинец, сурьма; высокотемпературные — цинк, медь, серебро и их сплавы.

Припои для пайки производятся в виде прутков, полос, проволоки, порошков и паст.

Для расплавления припоев используются газовые горелки, электродуга, муфельные и др. печи, индукционный нагрев и т. д. Для низкотемпературной пайки используют паяльники и электрический фен.

Пайке поддаются низкоуглеродистая и легированная сталь, чугун, медь, алюминий, никель, их сплавы, а также многие другие металлы.

По условию заполнения зазора пайку можно разделить на **капиллярную**, при которой припой при нагреве заполняет малый зазор между паяемыми деталями под действием капиллярных сил, и **некапиллярную**.

По механизму образования шва **капиллярная** пайка подразделяется на:

- пайку с **готовым** припоем, когда затвердевание шва происходит при охлаждении;

---

\* Занятия проводятся по подгруппам

- **контактно-реактивную пайку;**
- **реактивно-флюсовую; диффузионную.**

К некапиллярным способам относятся:

- **пайка-сварка**
- **сварка-пайка.**

При *капиллярной* пайке припой заполняет зазор между соединяемыми поверхностями и удерживается в нем за счет капиллярных сил – рисунок 1. Соединение образуется за счет растворения основы в жидком припое и последующей кристаллизации раствора. Капиллярную пайку используют при соединении внахлестку.

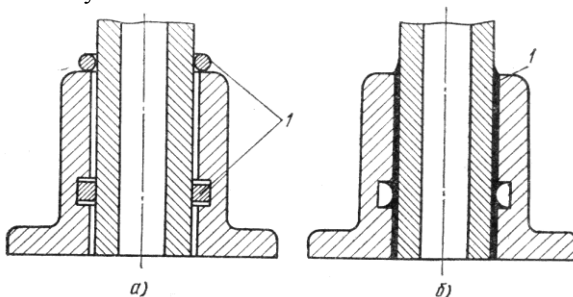


Рисунок 1 – Схема капиллярной пайки:

а – перед пайкой; б – после пайки; 1 – припой

При *диффузионной* пайке соединение образуется за счет взаимной диффузии компонентов припоя и паяемых материалов, причем возможно образование в шве твердого раствора или тугоплавких хрупких интерметаллидов. Для диффузионной пайки необходима продолжительная выдержка при температуре образования паяного шва, и после завершения процесса — при температуре ниже температуры полного затвердевания припоя.

При *контактно-реактивной* пайке между соединяемыми металлами или соединяемыми металлами и прослойкой промежуточного металла в результате контактного плавления образуется сплав, который заполняет зазор и при кристаллизации образует паяное соединение (рисунок 2).

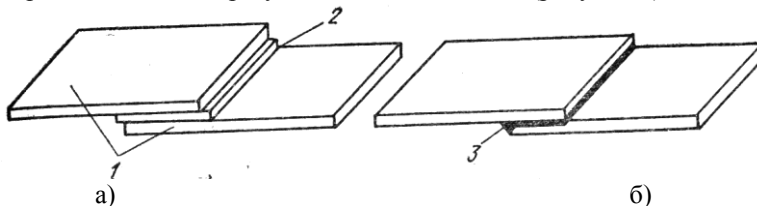


Рисунок 2 – Схема контактно-реактивной пайки:

а – перед пайкой; б- после пайки; 1 – медь; 2 – серебро; 3 – эвтектический сплав меди с серебром

При *реактивно-флюсовой* пайке припой образуется за счет реакции вытеснения между основным металлом и флюсом. Например, при пайке алюминия с флюсом, содержащим хлорид цинка, последний при высокой температуре разлагается, и восстановленный цинк служит припоем. Реактивно-флюсовую пайку можно вести без припоя и с припоем.

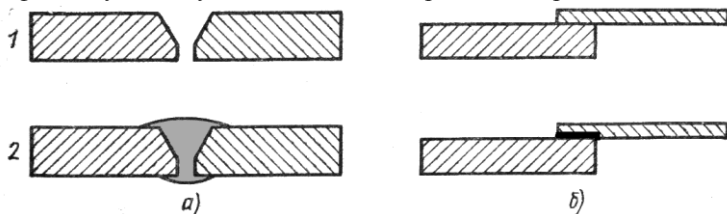


Рисунок 3 – Схема пайки-сварки (а) и сварки-пайки (б)

При *пайке-сварке* соединение образуется так же, как при сварке плавлением, с разделянием кромок, но в качестве присадочного металла применяют припой, как показано на рисунке 3,а.

При *сварке-пайке* соединяют разнородные материалы с применением местного нагрева, при котором более легкоплавкий материал нагревается до температуры плавления и выполняет функцию припоя. Это видно по рисунку 3,б.

Наибольшее применение получили капиллярная пайка и пайка-сварка. Диффузионная и контактно-реактивная пайки более трудоемки, но обеспечивают высокое качество соединения.

Качество паяных соединений (прочность, герметичность, надежность и др.) зависит от правильного выбора основного металла, припоя, флюса, способа нагрева, величины зазоров, типа соединения.

Основные типы паяных соединений показаны на рисунке 4.

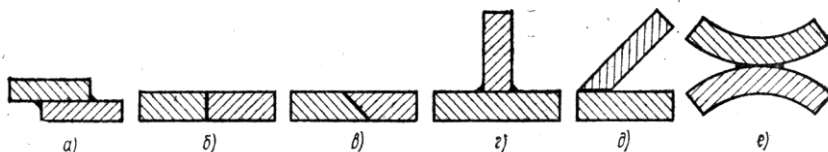


Рисунок 4 – Типы паяных соединений:

а – внахлестку; б – встык; в – внахлестку с косой кромкой; г – тавровое; д – угловое; е - соприкасающийся

### Порядок выполнения работы

1. Изучить правила техники безопасности на рабочем месте.
2. Подготовить инструмент, оснастку и оборудование для пайки.
3. Зачистить поверхность пластин в месте пайки, обезжирить.
4. Подготовить флюс и припой в виде порошков или пасты.

5. Нанести порошок или пасту припоя с флюсом на место соединения пластин.
6. Между пластинами заложить припой и совместить пластины так, как они должны быть спаяны.
7. Включить электрический фен с заранее установленной насадкой (электролизный аппарат ЛИГА-02, газовую горелку, электропаяльник).
8. Нагреть края пластин до температуры плавления припоя.
9. Выключить и остудить электрический фен (электролизный аппарат ЛИГА-02, газовую горелку, электропаяльник).
10. Осмотреть пластины, убедиться в том, что пайка состоялась.
11. С помощью линейки определить размеры пятна пайки.
12. Записать полученные результаты в журнал.

## СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет должен содержать необходимые теоретические сведения по пайке, эскиз паяных пластин, используемое оборудование и технологическую оснастку, вывод по работе.

### **Контрольные вопросы**

1. Что называется пайкой?
2. Какие припои называются высокотемпературными? Какие низкотемпературными?
3. В чем отличие капиллярной пайки от некапиллярной?
4. В чем отличие пайки-сварки от сварки?
7. Что является припоем при сварке-пайке?
8. Для чего нужен флюс?
9. Какие способы пайки используются в единичном производстве?

## ЛИТЕРАТУРА ПО РАЗДЕЛУ

1. Карпицкий, В. Р. Общий курс слесарного дела : учебное пособие / В.Р. Карпицкий. — 2-е изд. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 400с. : ил. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-101078-5. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/1096995>.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### ОХРАНА ТРУДА НА ПОСТУ ПАЙКИ МЕТАЛЛОВ (Инструкции №3)

- Не допускается входить обучающимся в аудиторию №123 «Лаборатория сварочных технологий» без прохождения вводного инструктажа по охране труда

- В лаборатории запрещено самовольное перемещение обучающихся.

- Без разрешения преподавателя не допускается: прикасаться, включать, настраивать прибор (электрофен, паяльник и электролизный аппарат); перемещать детали и специальный инструмент на рабочем месте.

- При работе с электрофеном, паяльником и электролизным аппаратом возможно воздействие на работающих следующих опасных производственных факторов: термические ожоги при касании руками к нагретым частям или при направлении струи горячего воздуха (пламени) на кожу с недопустимо малого расстояния; возникновение пожара; поражение электрическим током.

- Класть паяльник, электрофен и горелку электролизного аппарата только на устойчивую подставку, что предохранит его от падения, работающего от ожогов, рабочее место от прожогов.

- Выполнять работы на посту допускается только в спецодежде (маска, перчатки, костюм сварщика). Спецодежда должна быть сухой.

- Обучающимся, наблюдающим за процессом пайки, разрешено смотреть только в защитных очках или маске на расстоянии 1,2 м от места пайки.

При пайке запрещено:

- направлять поток струи пламени или горячего воздуха на себя либо на окружающих;

- стряхивать припой с деталей;

- подавать припой без специальных устройств в зону пайки;

- разжигать горелку о нагретые части изделий;

- макать разогретые детали во флюс;

- тушить пламя горелки, сдувая его;

- менять насадку электрического фена не дождавшись полного охлаждения;

- наклоняться низко над местом пайки деталей;

- касаться руками изделий после пайки, не дождавшись их полного охлаждения;

- покидать рабочее место без разрешения преподавателя.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**

Припои и их характеристики

<b>Припои</b>	<b>Химич. состав, %</b>	<b>Тем-ра плавлен., °С</b>	<b><math>\sigma_B</math>, МПа</b>	<b>Примерное назначение</b>
ПОС 90	Sn-90 Pb-10	183-220	49	Лужение пайка пищевой посуды
ПОС 61	Sn-61 Pb-39	183-190	43	Лужение и пайка электро - и радиоаппаратуры
ПОС 40	Sn-40 Pb-60	183-299	38	Лужение и пайка оцинкованных деталей
ПОССу 40-0,5	Sn-40 Sb-0,5 Pb-ост	183-235	40	Лужение и пайка белой жести
ПОССу 95-5	Sn-95 Cu-4,5 Pb-ост	234-240	40	Пайка трубопроводов, работающих при повышенных температурах
ПСр 72	Ag-72 Cu - ост	779		Пайка черных и цветных металлов
ЛМНЦ 68-4-2	Cu-68 Mn-4 Ni-2 Zn-ост	910-930	39	Пайка металлорежущего инструмента

Составитель: **Вертей Михаил Леванович**

**Основы технологии производства машин**

## **ПАЙКА МЕТАЛЛОВ**

**Методические указания по выполнению  
лабораторно-практической работы**

Печатается в авторской редакции  
Компьютерная верстка: В.Я. Вульферт

---

Подписано к печати 28 января 2020 г.      Формат 60 × 84<sup>1/16</sup>  
Объем 0,7 уч.-изд. л.      Изд. №4.      Заказ №6  
Тираж 20 экз.

Отпечатано в типографии НГАУ  
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160

## Отчет по лабораторно-практической работе «Пайка металлов»

Цель работы:

---

---

---

Перечислите основные виды пайки.

---

---

---

Изобразите схемы пайки-сварки и сварки-пайки

Изобразите типы паяных соединений и опишите их

Перечислите достоинства и недостатки пайки металлов

---

---

---

---

Перечислите факторы, влияющие на качество пайки

---

---

---

---

Таблица для заполнения

Материал заготовки	
Толщина материала, мм	
Применяемый флюс	
Применяемый припой (наименование, температура плавления, назначение)	
Источник тепла	
Эскиз соединения деталей для пайки (указать все основные размеры)	

Выводы:

---

---

---

---